



HAMMING-CODE

Ein Lösungsraster

F

ASCII	Binär	Hex	Dez
F	0100 ' 0110	46	70

Bin	Dez	Hex
0000	00	0
0001	01	1
0010	02	2
0011	03	3
0100	04	4
0101	05	5
0110	06	6
0111	07	7
1000	08	8
1001	09	9
1010	10	A
1011	11	B
1100	12	C
1101	13	D
1110	14	E

1111	15				F			
ASCII F	0	1	0	0	0	1	1	0

2) ASCII **F** binär einfügen und blaue Hamming-Felder leer lassen

Reihe	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	1100	1011	1010	1001	1000	0111	0110	0101	0100	0011	0010	0001
Bits	0	1	0	0		0	1	1		0		

3) Hamming-Bits berechnen (Redundanz erhöhen)

Alle Reihennummern mit dem Bit 1 übernehmen und binär codieren

Reihe	11	=	1	0	1	1
Reihe	6	=	0	1	1	0
Reihe	5	=	0	1	0	1
Anzahl 1-er:			1	2	2	2
Uneven		=	1	0	0	0

```

If (Anzahl 1-er = Uneven)
  Then 1
  Else 0
  
```

4) Hamming-Bits einsetzen (Fehlertoleranz verbessert)

Reihe	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	1100	1011	1010	1001	1000	0111	0110	0101	0100	0011	0010	0001
Bits	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0

5) Bits senden (fehlerfrei und mit Fehler)

Bits	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Bits	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

6) Übermittlung fehlerfrei: Empfangene 12-Bits überprüfen

Reihe	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	1100	1011	1010	1001	1000	0111	0110	0101	0100	0011	0010	0001
Bits	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0

Alle Reihennummern mit dem Bit 1 binär codieren:

Reihe	11	=	1	0	1	1
Reihe	8	=	1	0	0	0
Reihe	6	=	0	1	1	0
Reihe	5	=	0	1	0	1

If (Anzahl 1-er = Uneven)
Then 1
Else 0

Anzahl 1-er:	2	2	2	2
Uneven	0	0	0	0

→ 0₁₀

→ Bei 0₁₀: Kein Übermittlungsfehler! Zeichen kann decodiert werden!

Reihe	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	1100	1011	1010	1001	1000	0111	0110	0101	0100	0011	0010	0001
Bits	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0

7) 8-Datenbits nach ASCII Tabelle decodieren:

ASCII	0	1	0	0	0	1	1	0
-------	---	---	---	---	---	---	---	---

→ F

6a) Übermittlung **mit Fehler**: Empfangene 12-Bits überprüfen

Fehler heisst in der Digitaltechnik: eine 1 wird zu einer 0 oder umgekehrt! In diesem Beispiel wurde das **Bit 10** bei der Übermittlung gekehrt.

Reihe	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	1100	1011	1010	1001	1000	0111	0110	0101	0100	0011	0010	0001
Bits	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0

Alle Reihennummern mit dem Bit 1 binär codieren:

Reihe	11	=	1	0	1	1
Reihe	10	=	1	0	1	0
Reihe	8	=	1	0	0	0
Reihe	6	=	0	1	1	0
Reihe	5	=	0	1	0	1

```
If (Anzahl 1-er = Uneven)
    Then 1
    Else 0
```

Anzahl 1-er: 3 2 3 2
 Uneven = 1 0 1 0 → 10₁₀

→ Bei ungleich 0₁₀: Ein Fehler ist bei Bit in Reihe 10₁₀ passiert! Korrigieren: 1 wird zu einer 0

Reihe	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	1100	1011	1010	1001	1000	0111	0110	0101	0100	0011	0010	0001
Bits	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0

7a) 8-Datenbits nach ASCII Tabelle decodieren:

ASCII	0	1	0	0	0	1	1	0
-------	---	---	---	---	---	---	---	---

→ F

Spiel

Nun spielen Sie **Sender** und **Empfänger** und dazu bilden Sie 2-er Gruppen!

Anleitung:

1. Schreiben Sie mit Bleistift, so können Sie radieren.
2. **Schreiben** Sie ein Wort mit 4 Buchstaben in die **grünen Felder** der **Sender-Tabelle** (von oben nach unten)
3. Aus der **ASCII-Tabelle** lesen Sie den Binär-Code jedes gewählten Buchstabens heraus und tragen diese 0 und 1 in die **pinken Felder** in der jeweiligen Zeile der **Sender-Tabelle (Codieren)** und lassen Sie diese Codierung von einem anderen Spieler (nicht Ihr Empfänger) überprüfen.
4. **Entscheiden** Sie sich für **Even** oder **Uneven** und kreisen Sie Ihre Entscheidung auf dem Blatt ein.
5. **Berechnen** Sie für jede Zeile die 4 Hamming-Bits und tragen Sie diese in den **blauen Felder** der **Sender-Tabelle** ein. Dafür können Sie die 4 leeren weissen Tabellen verwenden.
6. Lassen Sie die fertig ausgefüllte **Sender-Tabelle** vom Lehrer **kontrollieren**.
7. **Übertragen** Sie nun die 12-Bits der **pinken** und **blauen** Felder der **Sender-Tabelle** in die **pinken** Felder der **Empfänger-Tabelle**, wobei Sie in der 2,3 und 4 pro Zeile maximal **einen Fehler** (ein 0 anstatt eine 1 oder umgekehrt) eintragen. Zeile eins übertragen Sie fehlerlos.
8. **Falten** sie das Blatt der gestrichelten Linie entlang, so dass die **Sender-Tabelle nicht mehr sichtbar** ist.
9. **Tauschen** Sie das Blatt mit Ihrem Kollegen / Ihrer Kollegin.
10. **Überprüfen** Sie nun jede Zeile der **Empfänger-Tabelle** und **berechnen** Sie falls nötig die **Korrektur**.
11. **Markieren** Sie in der **Empfänger-Tabelle** die Spalten mit den **Hamming-Bits** mit einem **blauen Leuchtstift**.
12. **Decodieren** Sie die 8-Datenbits und schreiben Sie den Buchstaben in die **grünen Felder** der **Empfangs-Tabelle**.
13. **Entfalten** Sie nun das Blatt und **vergleichen** Sie die 4 Buchstaben in der **Sender-Tabelle** mit den 4 Buchstaben der **Empfänger-Tabelle**. Falls diese nicht übereinstimmen suchen Sie zusammen mit dem Kollegen / der Kollegin den Fehler!
14. Beantworten Sie folgende Fragen für sich:
 - a. Auf was muss ich beim Codieren / Hamming-Bits berechnen besonders achten?
 - b. Worauf muss ich bei der Korrektur-Berechnung und dem Decodieren besonders achten?
 - c. Was darf mit nicht mehr passieren?

[illegible]

The image shows four identical 2x4 grids arranged horizontally. Each grid consists of two rows and four columns. The bottom row of each grid is filled with purple cells, and the top row is filled with white cells. This represents a total of 8 purple cells and 8 white cells across all four grids.

Uneven

[illegible]